Ütőmunka

meghatározása acél próbatesten, *Charpy*-kalapáccsal, amely ingás ütő-hajlítómű (*Charpy*-inga)

Dr. Kausay Tibor



Charpy-kalapács, 10 m·kp = 100 J legnagyobb ütőenergiával



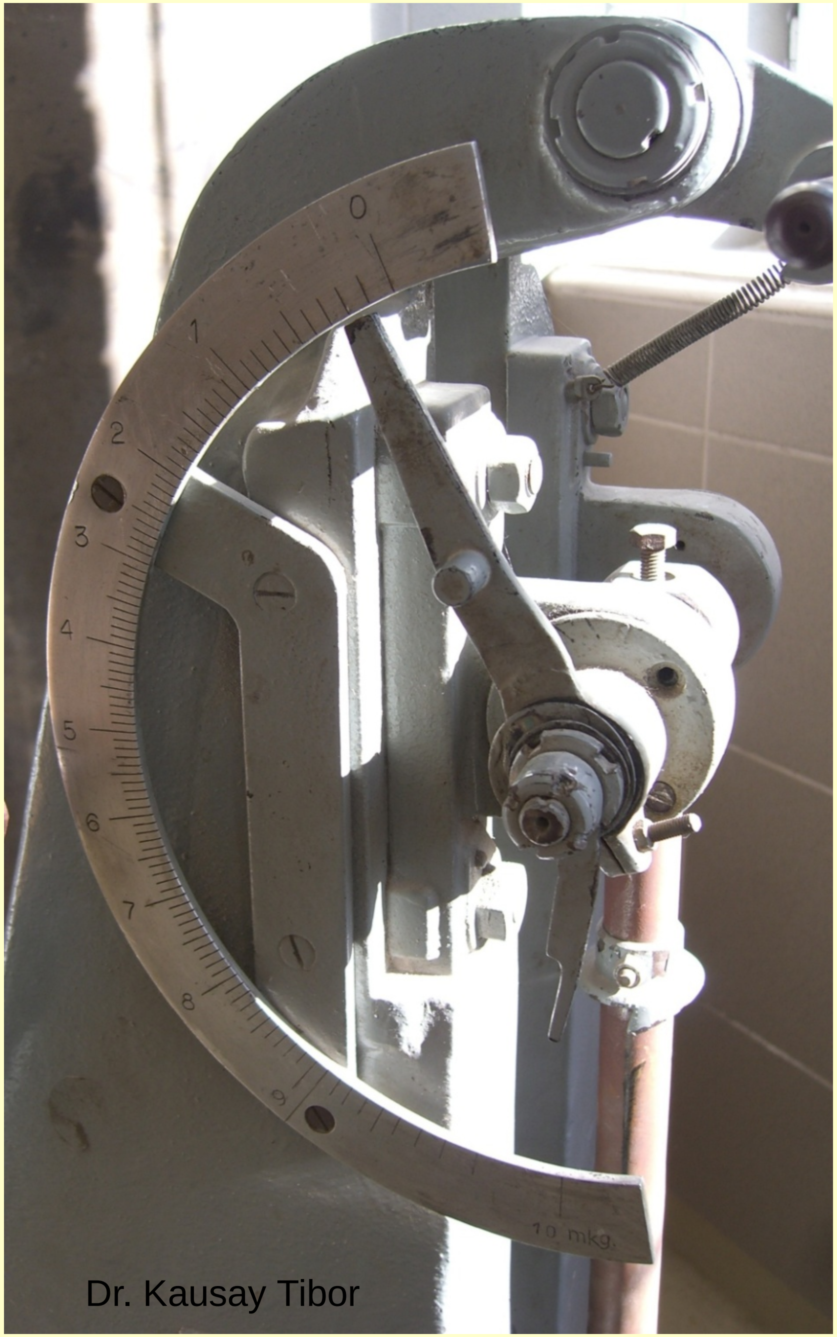
A vizsgálatot
***Georges Charpy*,**
teljes nevén:
***Georges Augustin Albert Charpy* (1865. szeptember 1. – – 1945. november 25.)**
francia tudós, egyetemi tanár fejlesztette ki 1905-ben.

Eljárása nagyban hozzájárult a fémek hőmérséklet függő törési tulajdonságainak megértéséhez.



A vizsgálatot **Georges Charpy**, teljes nevén: ***Georges Augustin Albert Charpy*** (1865. szeptember 1. – – 1945. november 25.) francia tudós, egyetemi tanár fejlesztette ki 1905-ben.

Eljárása nagyban hozzájárult a fémek hőmérséklet függő törési tulajdonságainak megértéséhez.





***Charpy*-kalapács,**
10 m·kp = 100 J
legnagyobb ütőenergiával



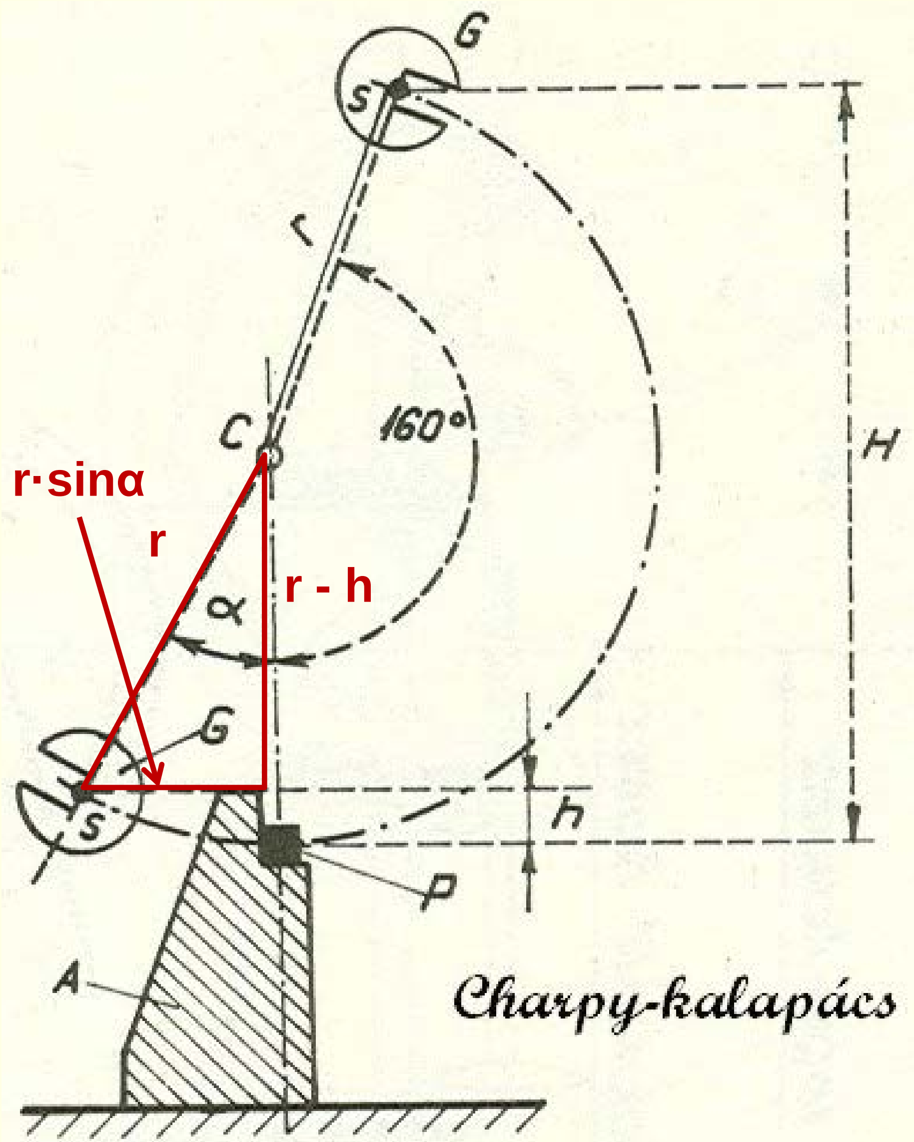
Az ütőfej tömege G = 15 vagy 30 kg, a fényképen látható berendezésé G = 15 kg.

A próbatest ütésekor (törésekor) az inga mozgási energiájának egy része felemésztődik, a megmaradó rész pedig az ingát tovább lendíti.

Az ütőmunka a próbatest ütése által (töréséhez) felhasznált ütőenergia, amely a berendezés skáláján leolvasható.

A fényképen látható *Charpy*-kalapács legnagyobb ütőenergiája $W = h \cdot G = 0{,}67 \cdot 15 = 10\ m \cdot kp = 100\ J$





Az **ütőmunka** **szokásos jele:**
W vagy A; („work” angol, vagy „Arbeit” német szavakból)

$W = G \cdot H - G \cdot h =$
$= G \cdot (H-h) = G \cdot [H - 2 \cdot r \cdot \sin^2(\alpha/2)]$ **mert:**

$h = 2 \cdot r \cdot \sin^2(\alpha/2)$
$r^2 \cdot \sin^2\alpha + (r-h)^2 = r^2$ ←
$r^2 \cdot \sin^2\alpha + r^2 - 2 \cdot r \cdot h + h^2 = r^2$
$h^2 - 2 \cdot r \cdot h + r^2 \cdot \sin^2\alpha = 0$
és

$$h = \frac{2 \cdot r \pm \sqrt{4 \cdot r^2 - 4 \cdot r^2 \cdot \sin^2\alpha}}{2} =$$

$$= r \pm \sqrt{r^2 \cdot (1 - \sin^2\alpha)} = r \pm \sqrt{r^2 \cdot \cos^2\alpha} =$$

$$= r \pm r \cdot \cos\alpha = r \cdot (1 \pm \cos\alpha) =$$

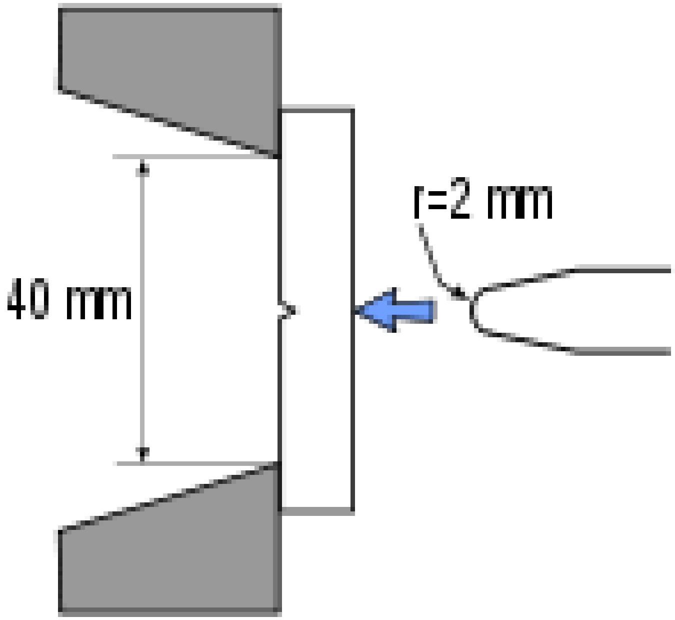
$$= r \cdot 2 \cdot \sin^2\frac{\alpha}{2}, \quad mert \quad h < r \quad és \quad akkor:$$

$$\frac{h}{r} < 1 \quad és \quad 1 - \cos\alpha = 2 \cdot \sin^2\frac{\alpha}{2}$$

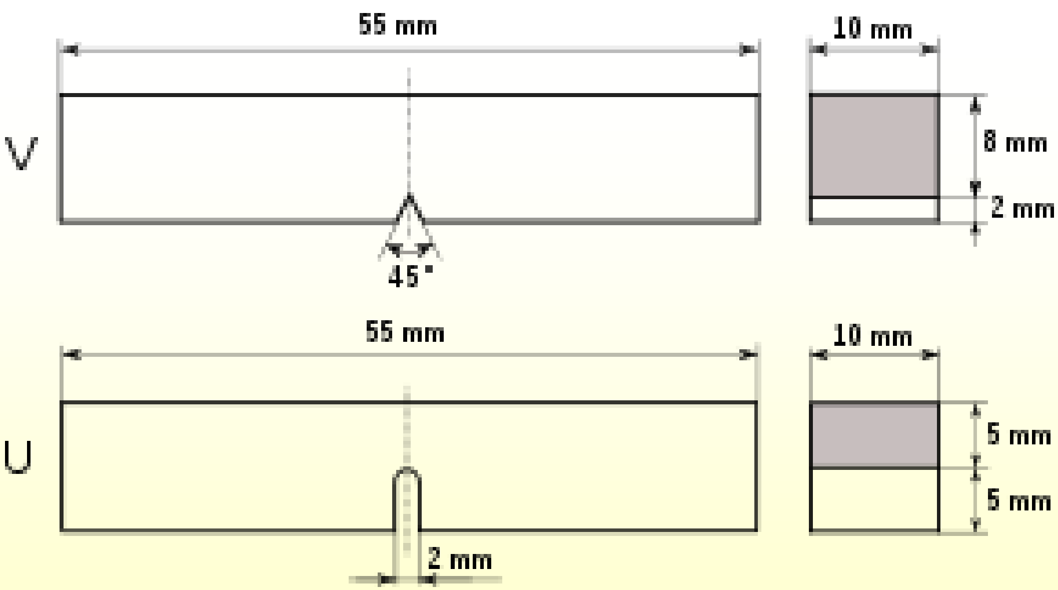
A **fajlagos ütőmunka**: ***W*/*A* [J/mm²], ahol *A* a próbatest bemetszéssel csökkentett keresztmetszeti területe [mm²]**


ANYAGVIZSGÁLÓ
KÉSZÜLÉKEK GYÁRA
BUDAPEST
2653

A próbadarab helyzete a *Charpy*-ütőműben



A különböző méretű és alakú próbatestekkel végzett vizsgálatok eredményei nem átszámíthatóak.



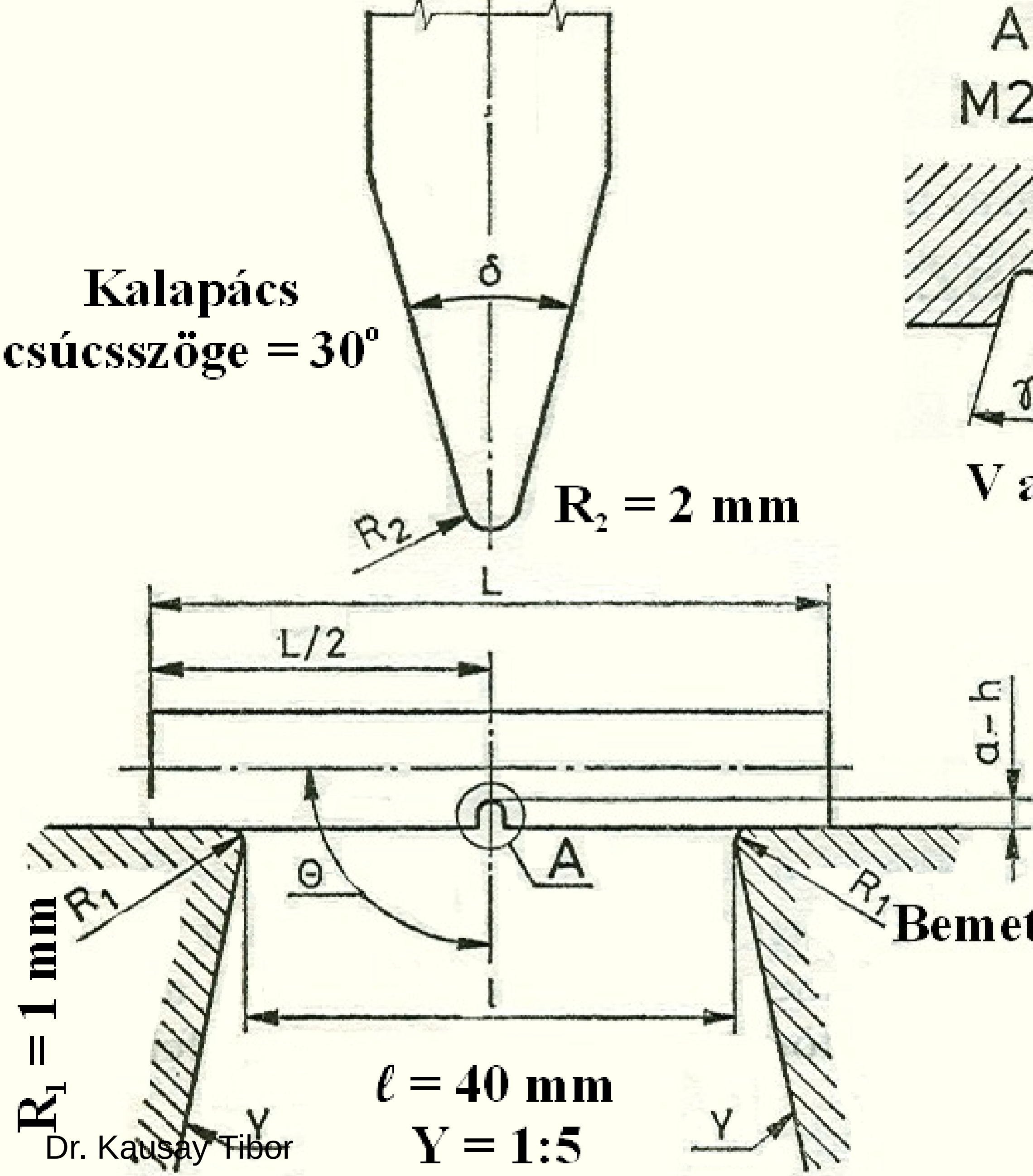
MSZ EN ISO 14556:2001
Acél. Charpy-féle ingás ütővizsgálat. Műszeres vizsgálati módszer

MSZ EN ISO 148-1:2017
Fémek. Charpy-féle ütővizsgálat. 1. rész: Vizsgálati módszer

MSZ EN ISO 148-2:2017
Fémek. Charpy-féle ütővizsgálat. 2. rész: A vizsgálógépek ellenőrzése

MSZ EN ISO 148-3:2017
Fémek. Charpy-féle ütővizsgálat. 3. rész: A Charpy-féle *V bemetszésű* próbatestek előkészítése és jellemzése az ingás ütőgépek közvetett ellenőrzéséhez

Forrás: http://hu.wikipedia.org/wiki/Fajlagos_%C3%BCt%C5%91munka



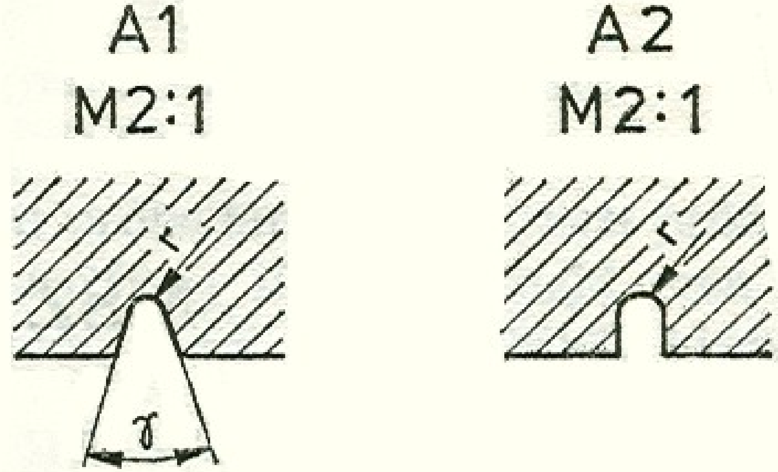
Kalapács csúcsszöge = 30°

R_2 = 2 mm

R_1 = 1 mm

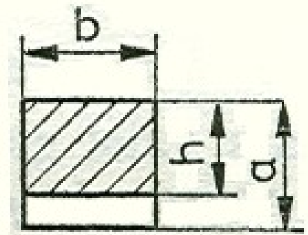
ℓ = 40 mm

Y = 1:5



V alakú **U alakú**

bemetszés



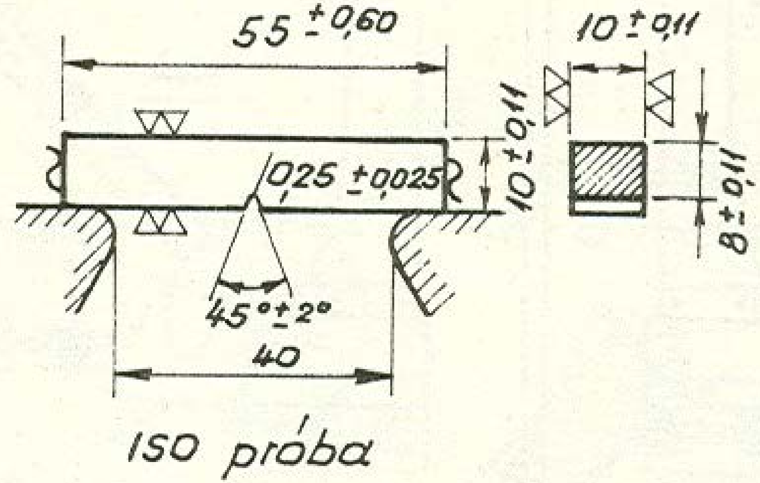
Bemetszés az MSZ 105-16:1979 szabvány szerint

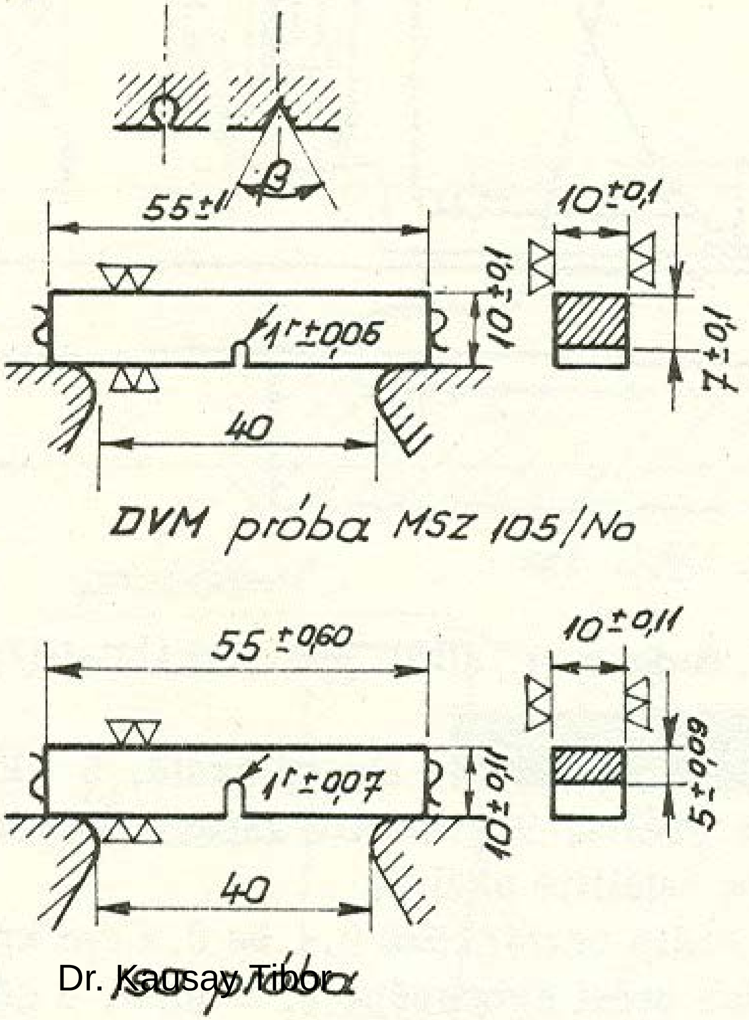
L = 55 mm

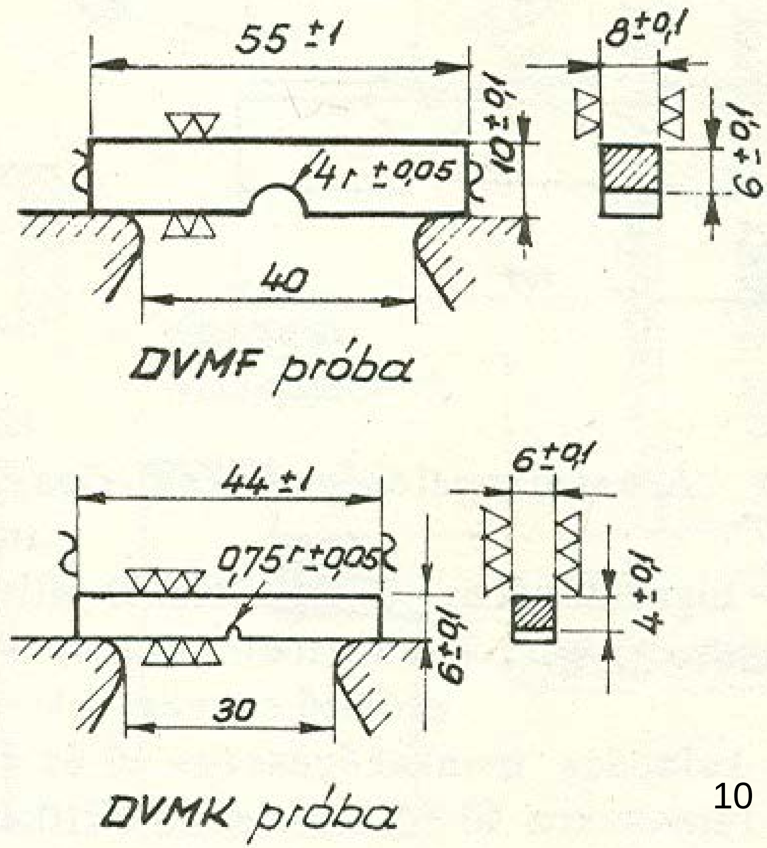
a = 10 mm

b = 10; 7,5; 5 mm

Különböző egyéb bemetszett acél és fém próbatestek







JELÖLÉS: *A **V bemetszésű próbatesten*** **mért ütőmunkát,**

- **ha a legnagyobb ütőenergia 300 J és a próbatest szélessége 10 mm, akkor az ütőmunka számértékével és *KV* jellel kell jelölni.**

Például, ha az ütőmunka 18 J, akkor: 18 *KV*

- **Egyéb esetben a *KV* jelet ki kell egészíteni a vizsgálat jellemzőit meghatározó számértékekkel egymástól törtvonallal elválasztva az alábbi sorrendben: legnagyobb ütőenergia, J; próbatest szélessége, mm**

Például, ha az ütőmunka 18 J; 100 J a legnagyobb ütőenergia; 7,5 mm a próbatest szélessége, akkor 18 *KV* 100/7,5

Az *U bemetszésű próbatesten* mért ütőmunkát,

- **ha a legnagyobb ütőenergia 300 J, a próbatest bemetszésének mélysége 5 mm és a próbatest szélessége 10 mm, akkor az ütőmunka számértékével és *KU* jellel kell jelölni.**

Például, ha az ütőmunka 18 J, akkor: 18 *KU*

- **Egyéb esetben *a KU* jelet ki kell egészíteni a vizsgálat jellemzőit meghatározó számértékekkel, egymástól törtvonallal elválasztva az alábbi sorrendben: legnagyobb ütőenergia, J; a próbatest bemetszésének mélysége mm; a próbatest szélessége, mm.**

- **Például, ha az ütőmunka 18 J; 100 J a legnagyobb ütőenergia; 2 mm a próbatest bemetszésének mélysége; 5 mm a próbatest szélessége, akkor 18 *KU* 100/2/5**

A fajlagos ütőmunka jele V bemetszésű próbatest esetén: KCV és U bemetszésű próbatest esetén: KCU

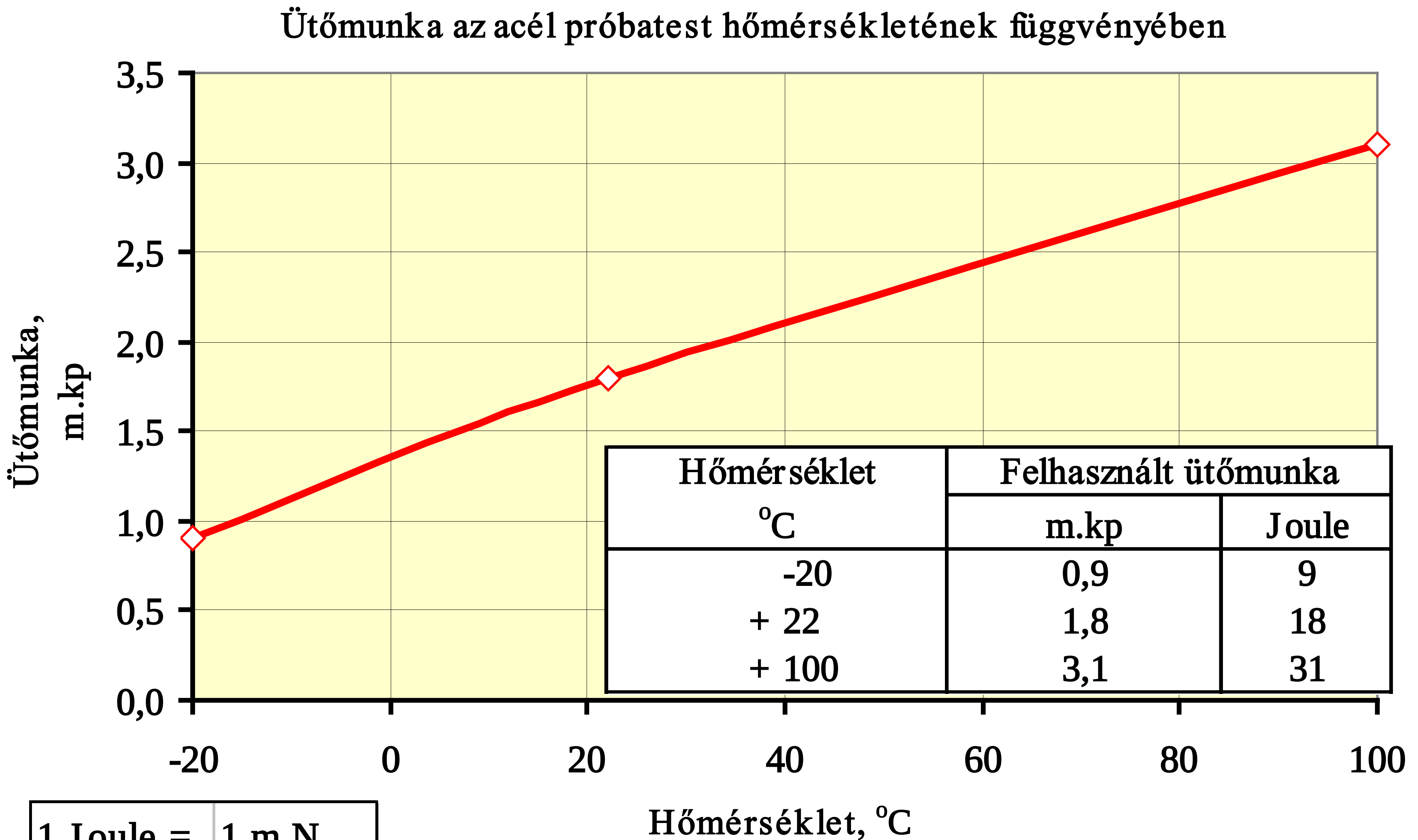
A fajlagos ütőmunka a szerkezeti anyagok, elsősorban fémek szívósságának jellemzésére szolgáló mérőszám. Egy anyag annál szívósabb, minél nagyobb energia szükséges az elszakításához, eltöréséhez. Az eredményül kapott mérőszám empirikus érték, elméletileg nem vezethető le az anyagok más szilárdsági tulajdonságaiból, az egyes anyagok közötti rangsorolásra alkalmas.

A fajlagos ütőmunka az anyagminőségen és a technológián túl erősen függ a vizsgálat hőmérsékletétől is, és alkalmas az anyagok rideg törés elleni ellenállásának vizsgálatára.

A nagy ütőmunkájú anyagok *szívósan*, a kis ütőmunkájú anyagok *ridegen* viselkednek. A törés környezetéből vizuálisan is megítélhető az anyag viselkedése: a *rideg törést* nem előzi meg nagy plasztikus alakváltozás és kontrakció, a törés felülete finom szemcsés. A *szívós anyag* törésénél az anyag jelentősen megnyúlik és kontrahál (húzás esetén lecsökken keresztmetszete), a törés felülete durva, esetleg az utoljára elszakadt rész mutatja a rideg törés finom szemcséit.

Forrás: http://hu.wikipedia.org/wiki/Fajlagos_%C3%BCt%C5%91munka

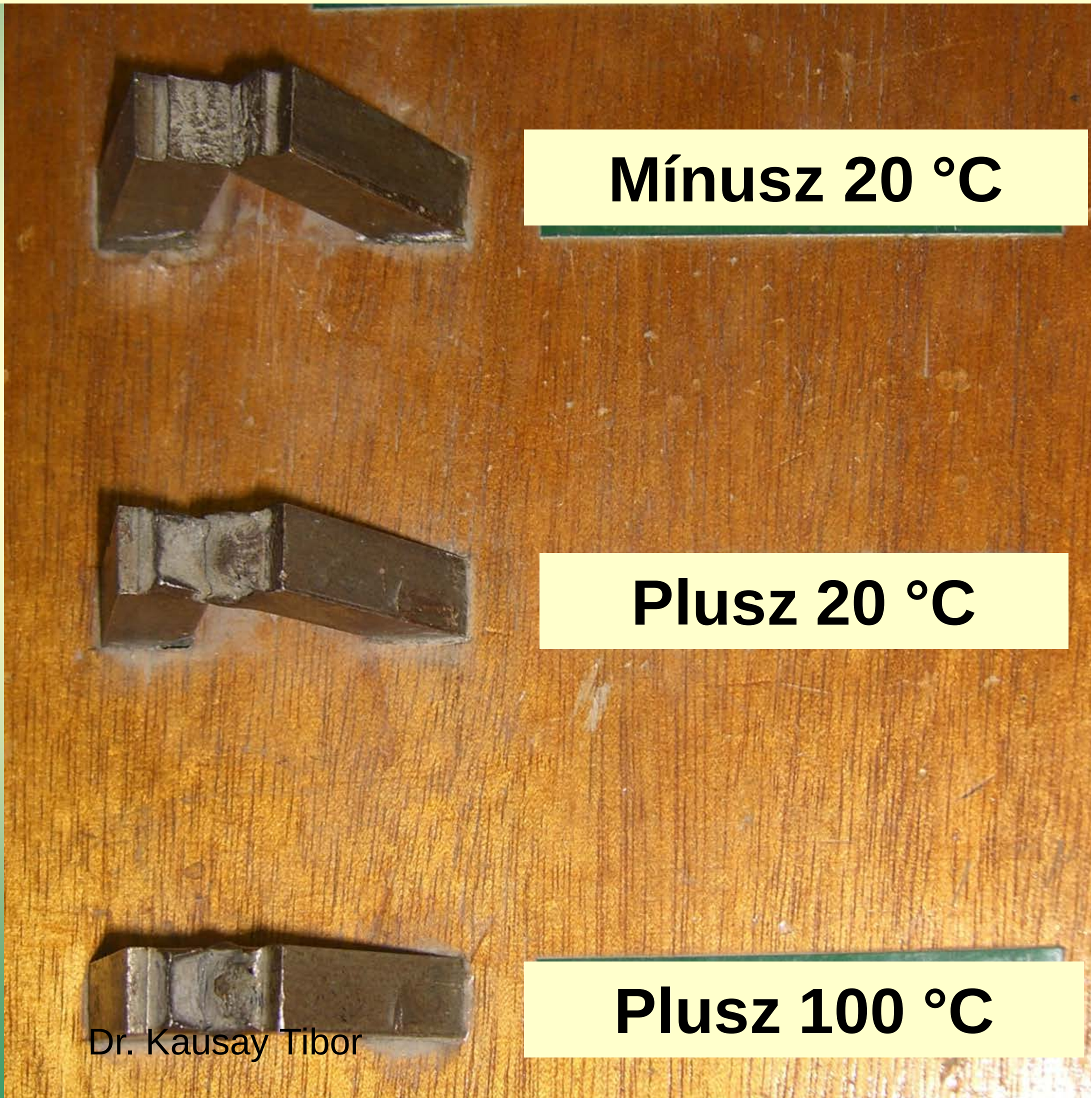
Példa a laboratóriumban meghatározott ütőmunka diagramra



Hőmérséklet °C	Felhasznált ütőmunka	
	m.kp	Joule
-20	0,9	9
+ 22	1,8	18
+ 100	3,1	31

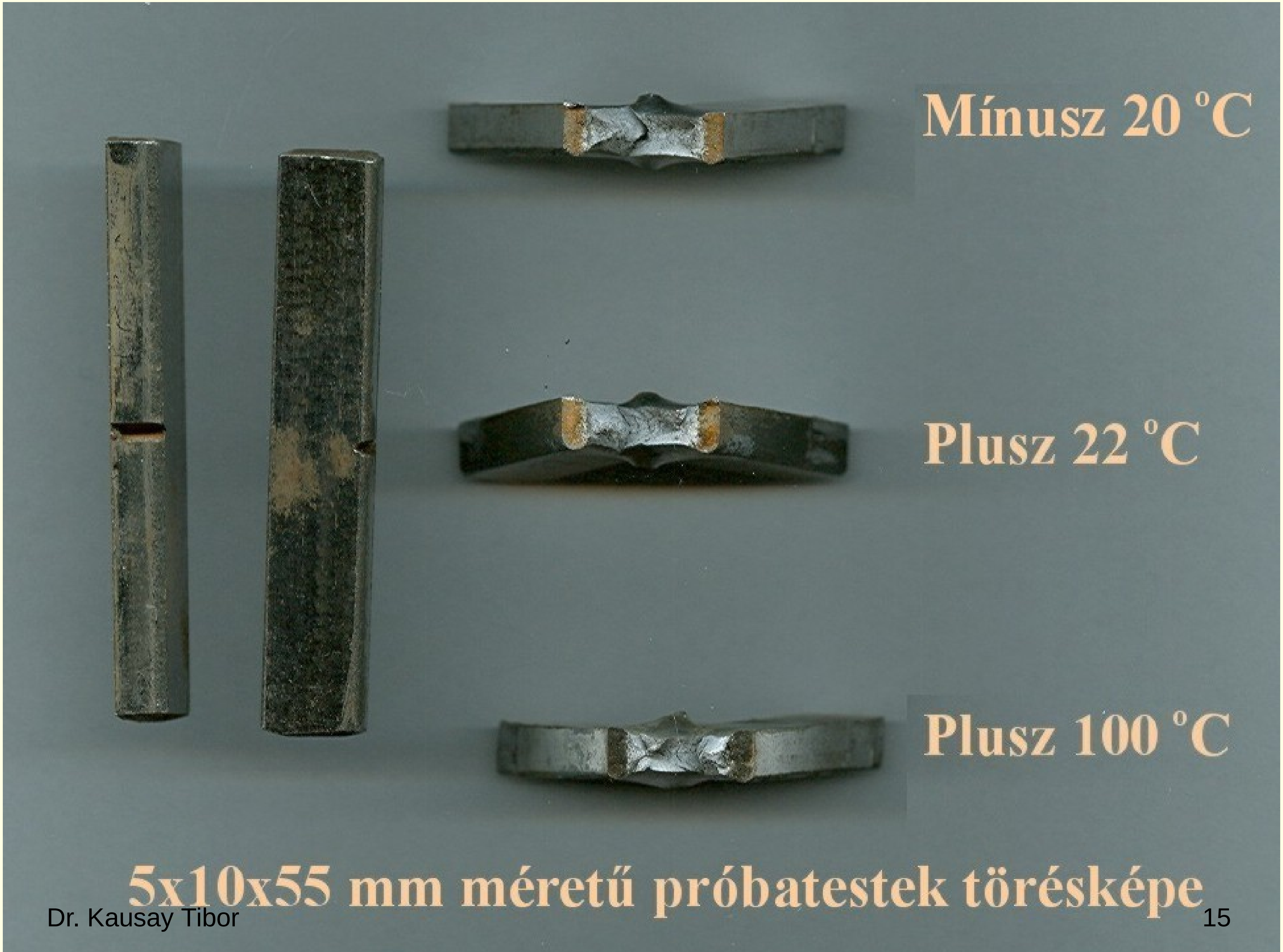
1 Joule =	1 m.N
1 Joule =	0,1 m.kp
10 Joule =	1 m.kp

A hőmérsékleti ridegedés hatása az ütő-hajlító próbatest törési képére



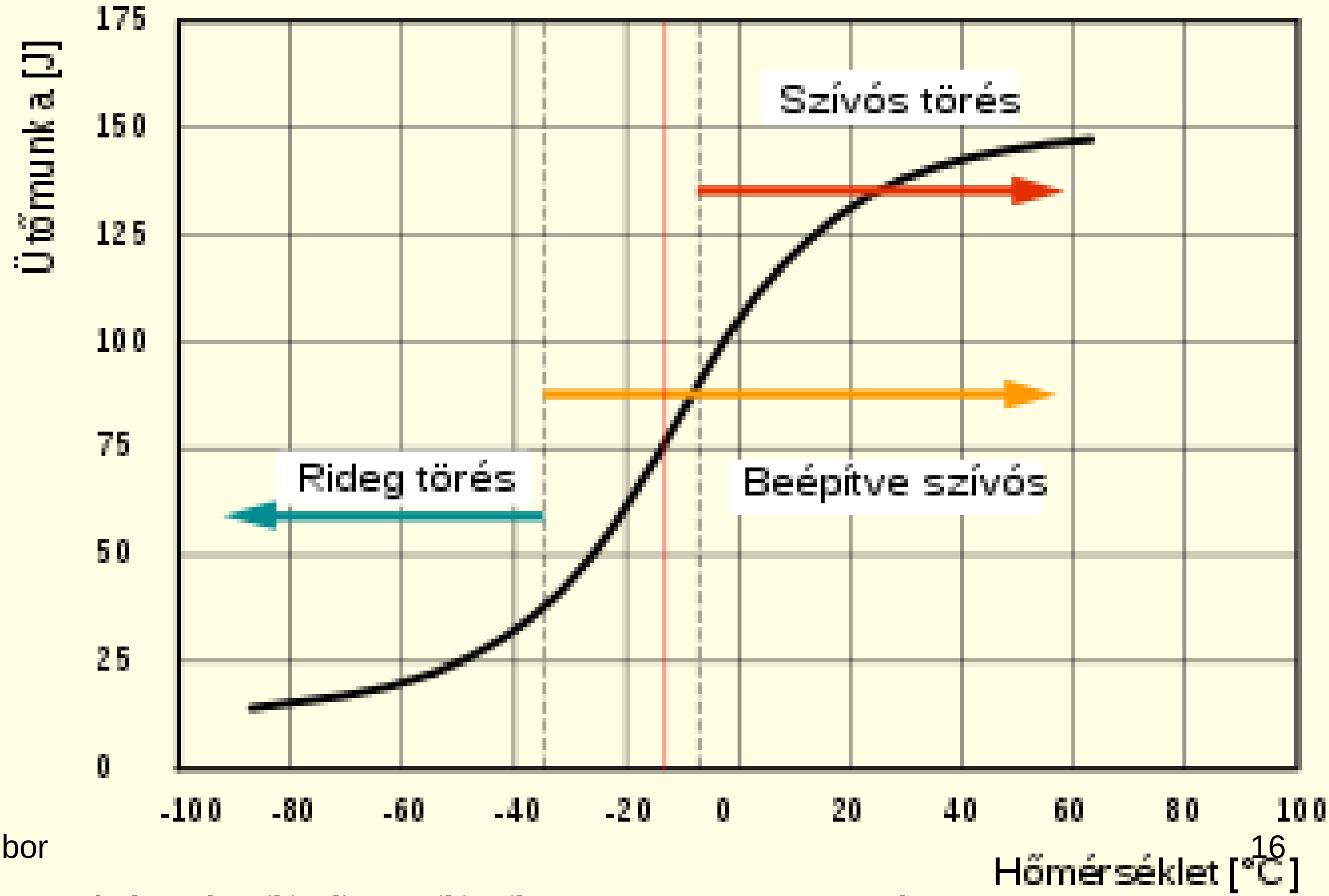


10×10×55 mm méretű próbatest törésképe

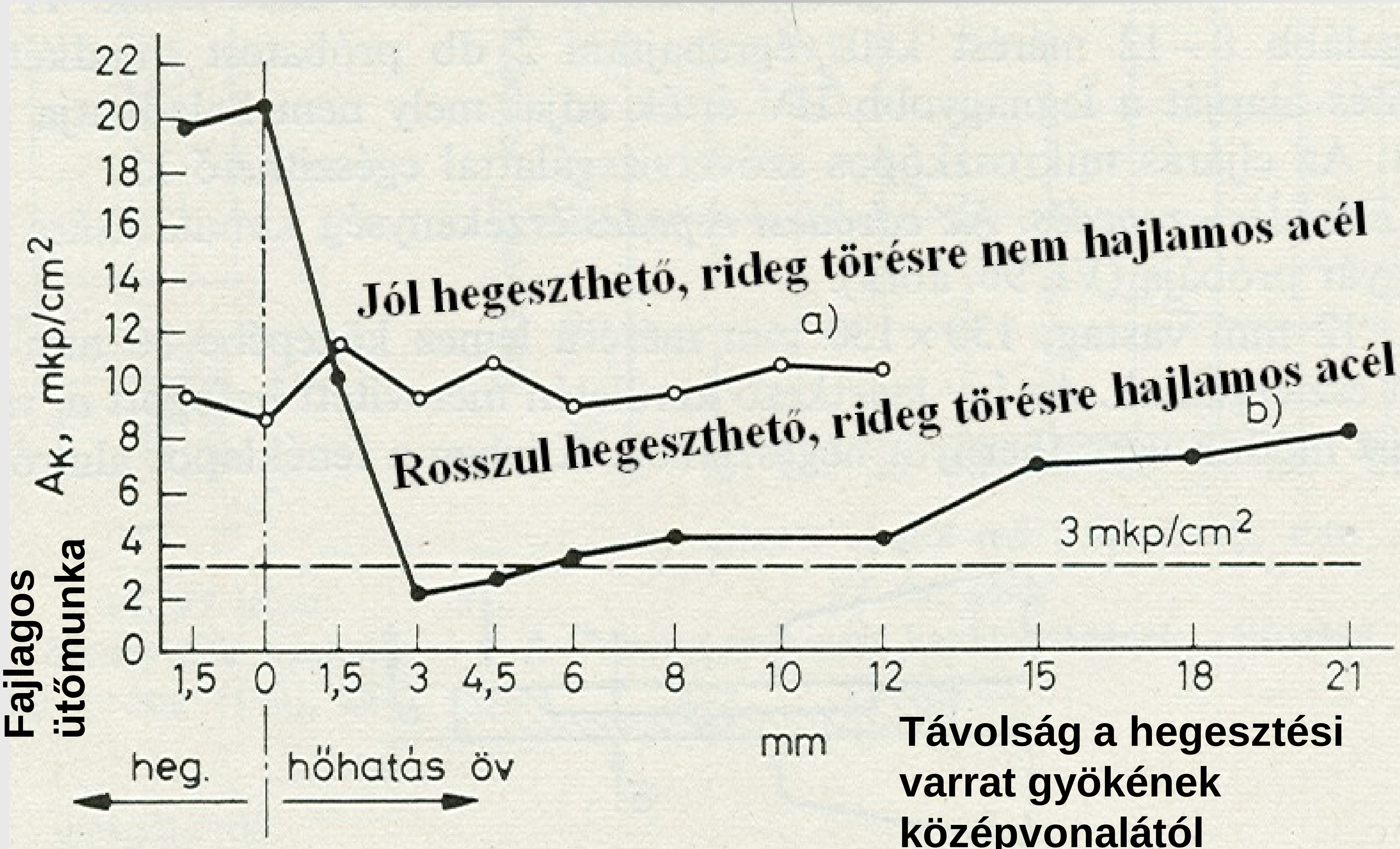

Mínusz 20 °C
Plusz 22 °C
Plusz 100 °C
5x10x55 mm méretű próbatestek törésképe

A legtöbb anyag a hőmérséklet növekedésével előbb rideg, majd szívós viselkedést mutat. **Ha azonos körülmények között csak a hőmérséklet változtatásával végeznek egy anyagon ütőmunka vizsgálatokat, a mérések eredményei az ábrához hasonló diagramba foglalhatók. Az "S" alakú görbe inflexiós pontjához tartozó hőmérsékletet *átmeneti hőmérsékletnek* nevezik.**

A szerkezeti acél annál inkább megfelel feladatának, minél ki-sebb az átmeneti hőmérsék-lete. Az átmeneti hőmérséklet a hideg-alakítással nő, a lágyító hőkezelésse l csökken.



Forrás: http://hu.wikipedia.org/wiki/Fajlagos_%C3%BCt%C5%91munka



Lágyacél hegesztés okozta rideg törési hajlamának vizsgálata ütőmunkával

Forrás: *Palotás László*: „Mérnöki szerkezetek anyagtana” 2. kötet. Akadémiai Kiadó, 1979.

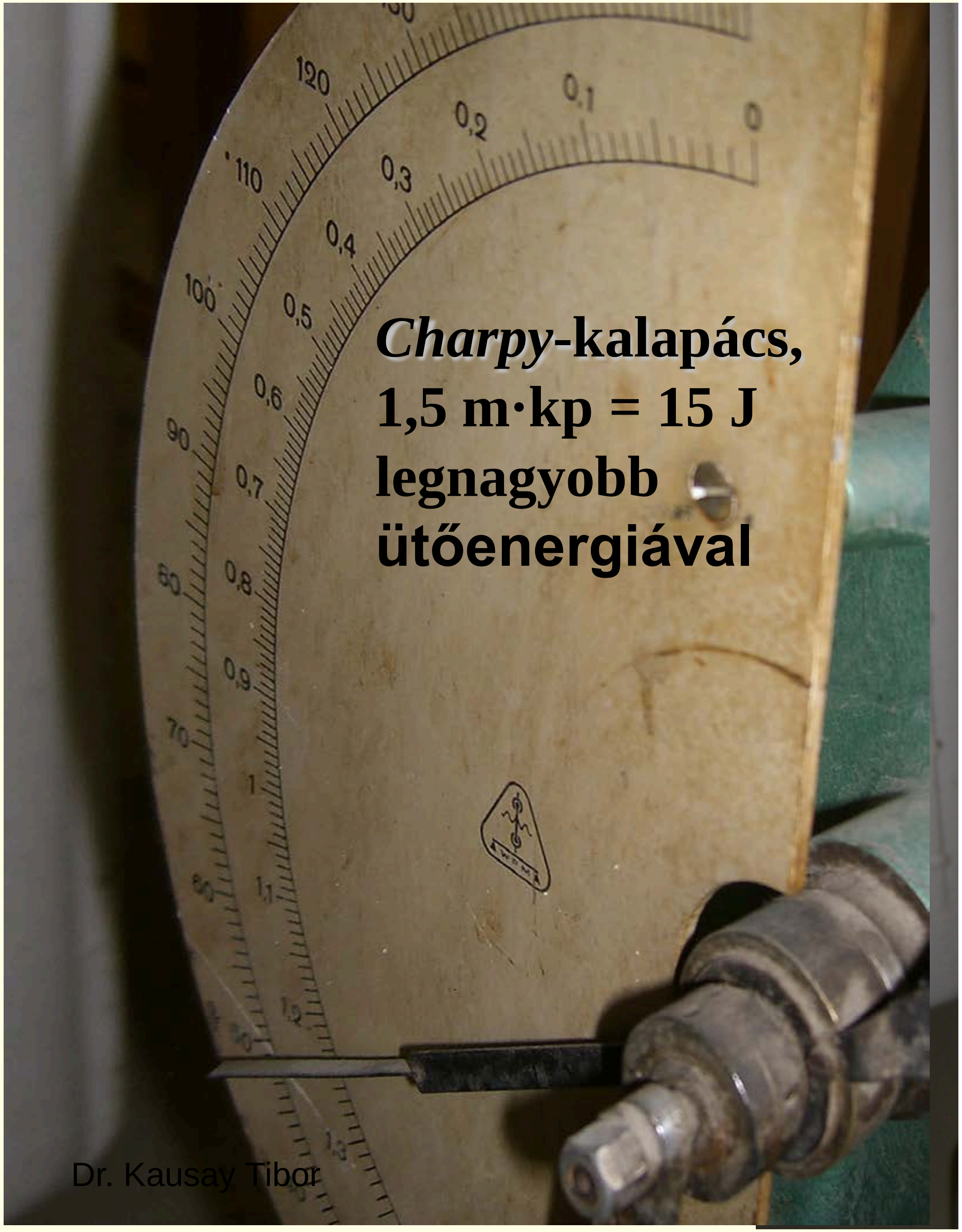
Hegesztési varrat hajlító vizsgálata







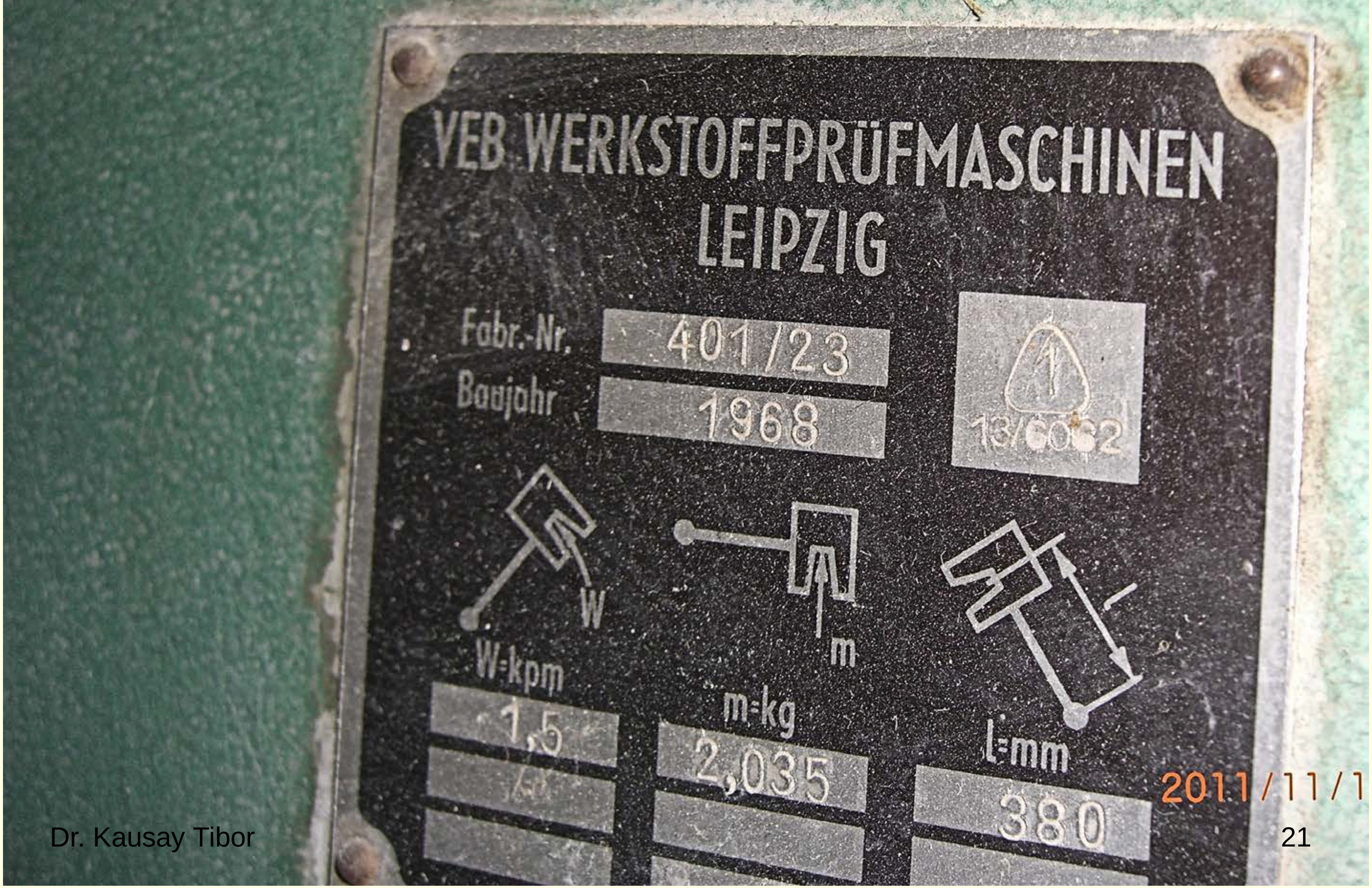
Az előbbinél kisebb *Charpy*-kalapács, 1,5 m·kp = 15 J legnagyobb ütőenergiával



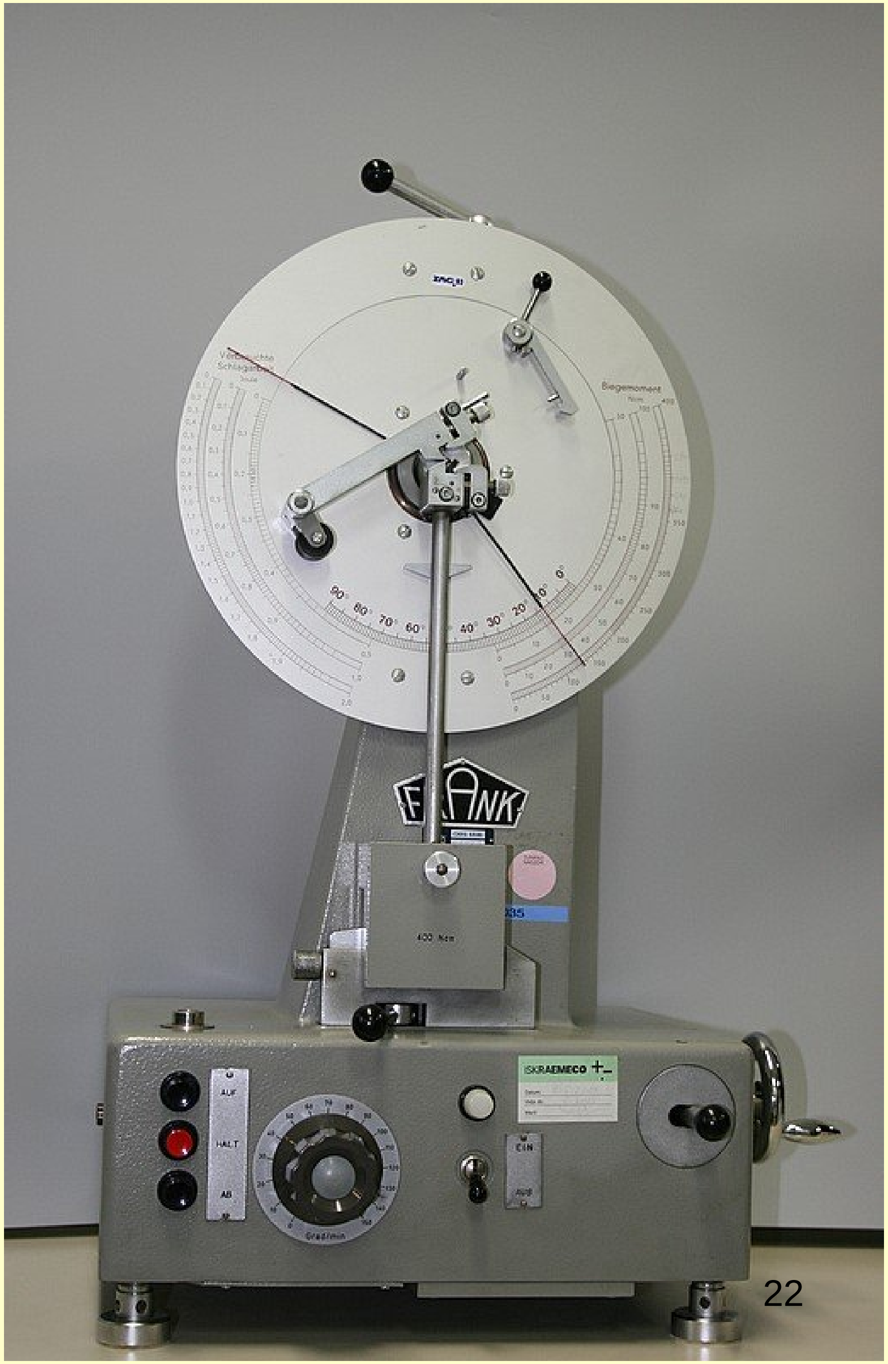
Charpy-kalapács,
1,5 m·kp = 15 J
legnagyobb
ütőenergiával

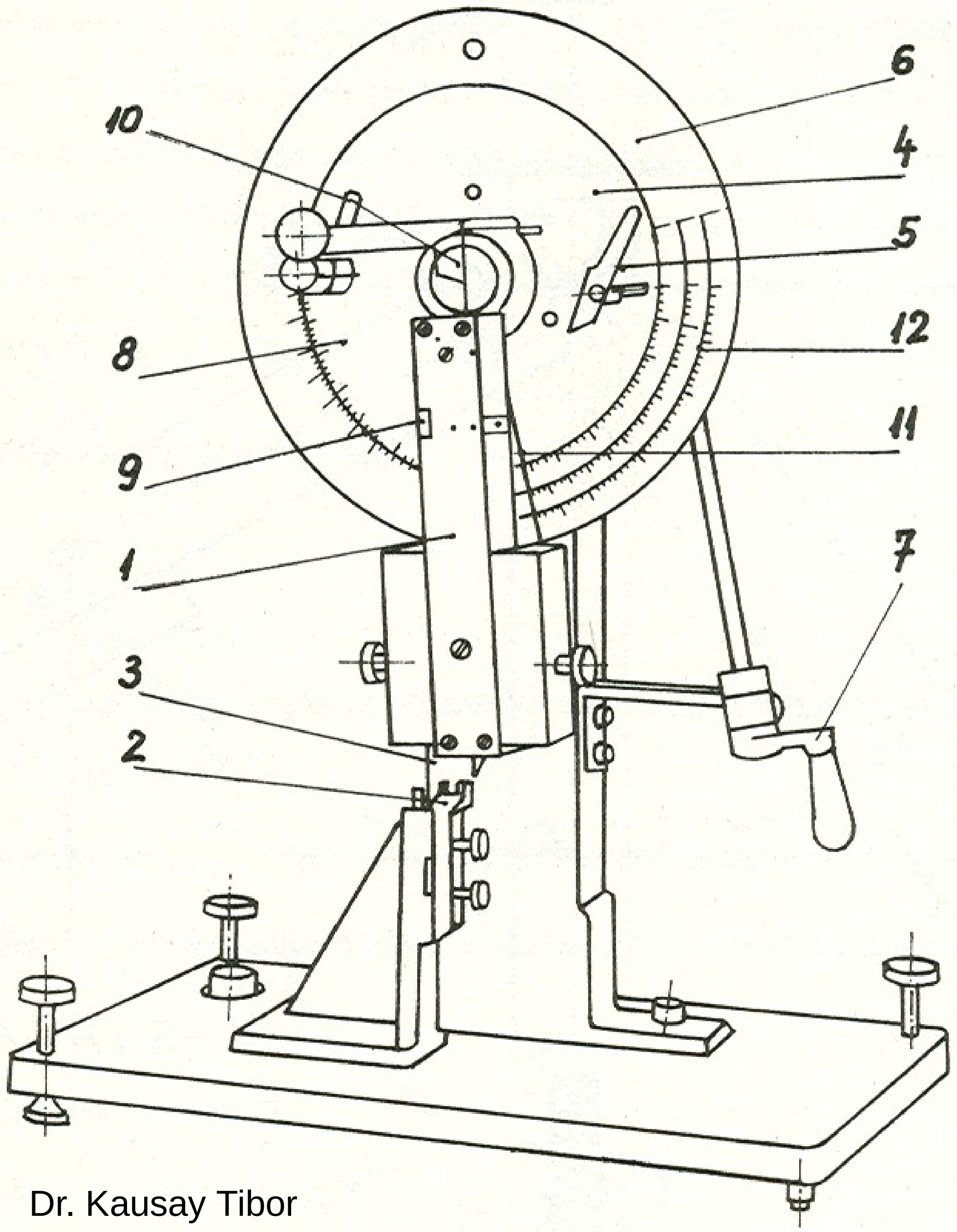


Charpy-kalapács,
1,5 m·kp = 15 J legnagyobb ütőenergiával



DYNSTAT készülék a műanyagok ütő és hajlító munkájának meghatározására

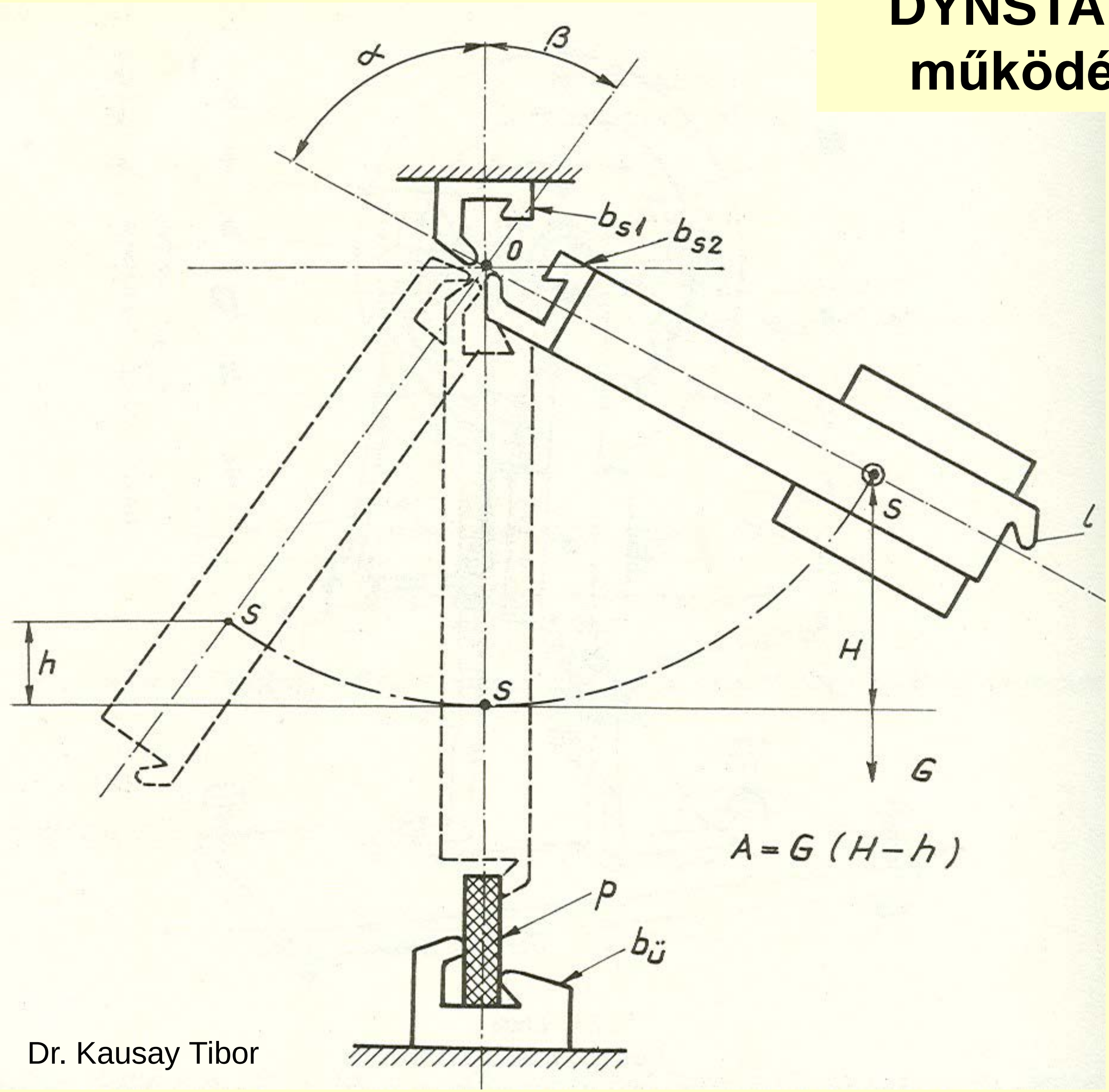




DYNSTAT készülék

1 Inga
2 Ütővizsgálati próbatestet befogó szerkezet
3 Az ingás kalapács ütőorra
4 A skálát hordó tárcsa
5 A kalapácsot rögzítő kilincs
6 Indexpár
7 Hajtókar
8 Skála
9 Kísérő mutató
10 A statikus hajlítóvizsgálat befogószerkezetei;
11 Kísérő mutató;
12 Skála

DYNSTAT készülék működési vázlata

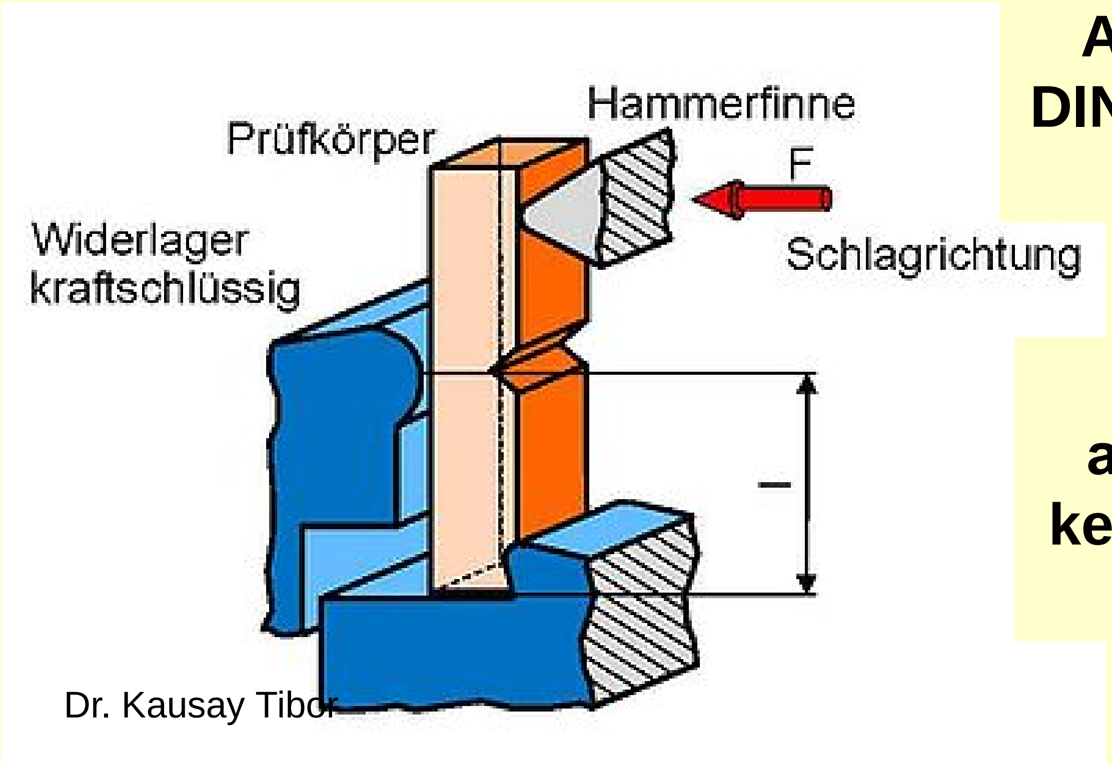


- $b_ü$ befogó szerkezet ütő vizsgálathoz
- b_{s1} és b_{s2} befogó szerkezet hajlító (statikus) vizsgálathoz
- P Próbatest
- α Kitérési szög hajlító vizsgálatnál
- β kitérési szög ütő vizsgálatnál

A DYNSTAT inga ütési energiája 0,2 J; 0,5 J; 1,0 J und 2,0 J.

A próbatest hossza (15 ± 1) mm, szélessége (10 ± 0,5) mm és a vastagsága 1,2 – 4,5 mm. A próbatest bemetszésének szélessége (0,8 ± 0,1 mm). A próbatest lehet bemetszés nélküli vagy bemetszett.

Az utóbbi esetben a bemetszés mélységét úgy kell megválasztani, hogy a legyengült keresztmetszet az eredeti keresztmetszetnek legalább a 2/3-a legyen.



A vizsgálati módszert a DIN 53435 német szabvány írja le.

Az ütési szívósságot az ütőmunka és az ütött keresztmetszet hányadosa fejezi ki [J/mm^2].

Felhasznált irodalom és szabványok:

- *Palotás László*: „Mérnöki szerkezetek anyagtana” 2. kötet. Akadémiai Kiadó, 1979.
- *Weiss György*: „Építőipari laboratóriumi méréstechnika és műszerismeret”, II. kötet. Építésügyi Tájékoztatási Központ. Budapest, 1974.
- MSZ 105-16:1979 „Fémek, ötvözetek. Szilárdsági vizsgálatok. Bemetszett próbatest ütővizsgálata szobahőmérsékleten”
- MSZ EN 10045-1:1994 „Fémek Charpy-féle ütővizsgálata. 1. rész: Vizsgálati eljárás” (Visszavont szabvány)
- MSZ EN ISO 148-1:2017 Fémek. Charpy-féle ütővizsgálat. 1. rész: Vizsgálati módszer (ISO 148-1:2016)
- MSZ EN ISO 148-2:2017 Fémek. Charpy-féle ütővizsgálat. 2. rész: A vizsgálógépek ellenőrzése (ISO 148-2:2016)
- MSZ EN ISO 148-3:2017 Fémek. Charpy-féle ütővizsgálat. 3. rész: A Charpy-féle V bemetszésű próbatestek előkészítése és jellemzése az ingás ütőgépek közvetett ellenőrzéséhez (ISO 148-3:2016)
- MSZ EN ISO 14577-4:2017 Fémek. A keménység és az anyagjellemzők műszeres, benyomódásos rendszerű mérése. 4. rész: Fémes és nemfémes bevonatok mérési módszere (ISO 14577-4:2016)
- http://hu.wikipedia.org/wiki/Fajlagos_%C3%BCt%C5%91munka



Köszönöm
a szíves figyelmüket…